

## Список использованных источников

1. Перетятко В. Н., Темлянцев М. В., Филиппова М. В. Развитие теории и практики металлургических технологий. Т. 2. Пластичность и разрушение стали в процессах нагрева и обработки давлением. – М.: Теплотехник, 2010. – 352 с.
2. Ворожищев В. И. Состав и технология производства рельсов повышенной работоспособности. – Новокузнецк: Новокузнецкий полиграфический комбинат, 2008. – 351 с.
3. Браунштейн Е. Р., Гуляева Т. П., Стариков В. С., Сорокин Н. М. Исследование технологической пластичности рельсовой стали, разлитой в изложницы и на установке непрерывной разливки // Актуальные проблемы материаловедения в металлургии: сб. тез. докл. – Новокузнецк: Изд. СибГГМА, 1997. С. 180.
4. Козырев Н. А. и др. Железнодорожные рельсы из электростали. – Новокузнецк: ЕвразХолдинг, 2006. – 387 с.
5. Павлов В. В., Темлянцев М. В., Корнева Л. В., Сюсюкин А. Ю. Перспективные технологии тепловой и термической обработки в производстве рельсов. – М.: Теплотехник, 2007. – 280 с.
6. Темлянцев М. В., Гаврилов В. В., Корнева Л. В., Сюсюкин А. Ю., Темлянцев Н. В. Нагрев под прокатку непрерывнолитых заготовок рельсовой электростали // Изв. вуз. Черная металлургия. 2005. № 6. С. 51–53.
7. Темлянцев М. В., Гаврилов В. В., Корнева Л. В., Кожеурова Л. Т. О выборе температурных режимов нагрева под прокатку непрерывно литых заготовок рельсовой электростали // Известия вузов. Черная металлургия. 2005. № 12. С. 47–49.
8. Темлянцев М. В., Колотов Е. А., Сюсюкин А. Ю., Гаврилов В. В. Разработка технологии нагрева рельсовых заготовок в методической печи с шагающими балками // Сталь. 2006. № 12. С. 33–35.

УДК 669.042

**Н. М. Трощенко, Е. В. Киселев**

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,

Институт материаловедения и металлургии,

кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии», г. Екатеринбург, Россия

## РАЗРАБОТКА УЧАСТКА ТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ С ВЫКАТНЫМ ПОДОМ НА БАНДАЖНОМ СТАНЕ КОЛЕСОПРОКАТНОГО ЦЕХА ОАО «ЕВРАЗ НТМК»

### Аннотация

*В настоящее время участок термической обработки колес и бандажей колесобандажного цеха состоит из восьми 16 полумуфельных печей и 2 закалочных баков с водой. Использование коксодоменного газа, повышенный расход топлива, повышенный недожог, по-*

*вышенные теплотери через футеровку печи, длительный нагрев, уменьшение производительности требуют проведения технического перевооружения участка.*

*Установка печей туннельного типа с использованием природного газа (простой регулировкой газозапорной арматуры и соотношения газ-воздух), высокоскоростных горелок с импульсным режимом работы (обеспечивающих равномерный нагрев металла по всей печи), с использованием современных огнеупорных волокнистых материалов (алюмосиликатные маты изготавливаются из соответствующих волокон без применения связующего) с меньшей теплопроводностью и простым обслуживанием. Все это приведет к уменьшению расхода топлива, уменьшению теплотерь, равномерному нагреву металла и увеличению производительности печи. Установка визуализации работы автоматики горелочных устройств, транспортной линии, движения металла позволит улучшить понимание логики металла и контролировать процесс термической обработки колец и бандажей.*

*Проведение технического перевооружения позволит освоить новые виды продукции, быть конкурентоспособными, увеличивать объемы производства, улучшать условия работы трудящихся, уменьшать вредные выбросы в атмосферу.*

*Ключевые слова: нагревательная печь, термическая печь, производство железнодорожных колес и бандажей, качество тепловой обработки, техническое перевооружение печи.*

### **Abstract**

*Currently the site of heat treatment rings of tyres wheel shop consists of eight 16 semi-muffle furnaces and 2 hardening tanks with water. The use of coke-furnace gas, increased fuel consumption, increased incomplete combustion, increased heat loss through the furnace lining, long heating, a decrease in productivity leads to a realization of technical re-equipment of the plot.*

*Installation of furnaces tunnel type with the use of natural gas (simple adjustment gas valve and the ratio of the gas-air), high-speed burners with a pulse mode operation (to ensure uniform heating of metal throughout oven), with the use of modern refractory fibrous materials (silica-alumina mats are made from the fiber without the use of binder) with lower thermal conductivity and simple maintenance. All this will reduce fuel consumption, reduce heat loss, uniform heating of metal and increase productivity of the furnace. Installing the visualization of the automation of burners, transport lines, metal movement will improve the understanding of logistics metal and control the process of thermal treatment rings of tyres.*

*Carrying out of modernization will allow to introduce new products to be competitive, to increase production volumes, to improve working conditions, reduce harmful emissions into the atmosphere.*

*Keywords: heating furnace, heat treatment furnace, production of railway wheels and tires, the quality of the heat treatment furnace technical reconstruction.*

ОАО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат» входит в состав горно-металлургической группы «Евраз Холдинг» и является основным предприятием по производству металлопроката для железнодорожного транспорта. Основной задачей ОАО «ЕВРАЗ НТМК» является увеличение сортамента выпускаемой продукции, повышение качества годной продукции и уменьшение энергозатрат при производстве продукции.

Участок термической обработки колец и бандажей был запущен в 1937 г. Шахтные полумуфельные термические печи служат для нагрева бандажей и колец под закалку и отпуск. Количество печей в цехе 16, из них 8 больших и 8 малых. Производительность одной печи – 7 т/ч.

Наружный диаметр малых печей 4700 мм, внутренний 2900 мм. Высота рабочего пространства 3240 мм. Топливом служит коксодоменная смесь с теплотой сгорания от 11304 до 11723 кДж/м<sup>3</sup>, которая сжигается в 6 горелках типа «труба в трубе».

Наружный диаметр больших печей 5400 мм (рис. 1), внутренний 3770 мм. Высота рабочего пространства больших печей 3420 мм. Топливо – коксодоменная смесь с теплотой сгорания от 11304 до 11723 кДж/м<sup>3</sup>, которая сжигается в 18 горелках типа «труба в трубе».

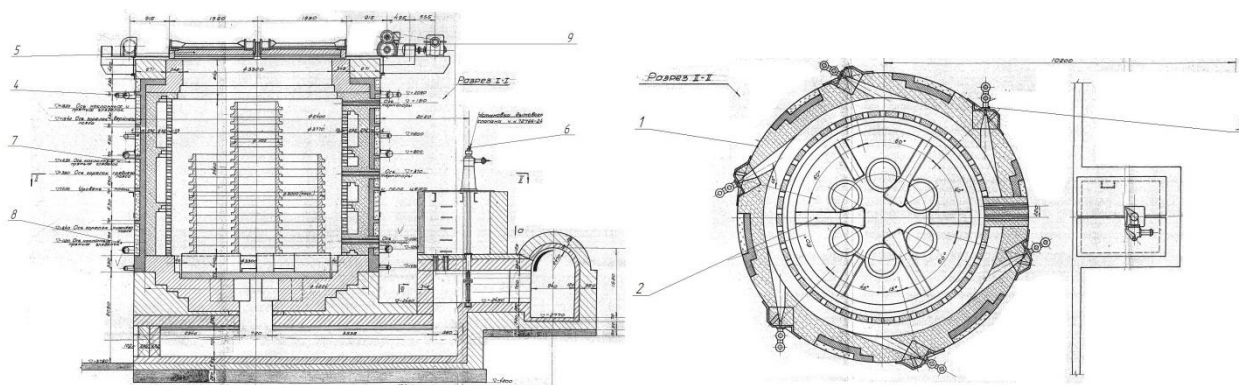


Рис. 1. Конструкция полумуфельной печи: 1 – кожух печи; 2 – поддон; 3 – горелки; 4 – газозадухопроводы; 5 – крышка печи; 6 – установка дымового канала; 7 – наклонная гляделка; 8 – прямая гляделка; 9 – механизм перемещения крышек

Печи разделены по высоте на три зоны регулирования, в каждой из которых установлено по 6 горелок для больших печей и по 2 горелки – для малых [1].

Для уменьшения влияния открытого факела на бандажи внутри каждой печи установлены решетчатые полумуфели. Межмуфельное пространство, являющееся камерой сгорания, так же разделено на три яруса. Продукты сгорания удаляются через каналы, расположенные в подине печи.

Печи накрываются металлическими конусообразными крышками без теплоизоляции.

Все печи объединены общей системой боронов и имеют одну трубу.

Соотношение газ-воздух регулируется посредством жесткой связи между дросселями газо- и воздухопроводов.

При нагреве металла в печи происходят значительные потери тепла уходящих газов 32,7 %, тепла через кладку в окружающую среду 16 %, потери, включающие недожог топлива 5,0 %.

Все это значительно влияет:

- на увеличенный расход топлива;
- на качество равномерного нагрева металла по всей стопе в печи;
- на увеличение длительности нагрева заготовок в печи;
- на уменьшение производительности печи.

В результате возникают вопросы:

- о неудовлетворительной работе горелок;
- об устаревшем газорегулирующем оборудовании;
- об отсутствии автоматических приборов контроля расхода газа и воздуха;
- о визуальной настройке режимов горения;
- об устаревших огнеупорных материалах футеровки с высокой теплопроводностью.

Тепловой баланс полумуфельной печи представлен в табл. 1.

Таблица 1

Тепловой баланс полумуфельной печи

ПРИХОДНАЯ ЧАСТЬ				РАСХОДНАЯ ЧАСТЬ			
№ п/п	Наименование	Значение, кВт	%	№ п/п	Наименование	Значение, кВт	%
1	Горение топлива	2015,5	97,6	1	Тепло на нагрев металла	950,3	46,0
2	Физическое тепло воздуха	48,8	2,4	2	Тепло уходящих газов	675	32,7
				3	Потери кладкой через окружающую среду	336,8	16,3
				4	Прочие потери, включающие недожог топлива	102,2	5,0
	Итого	2064,3	100		Итого	2064,3	100

Расход газа – 640 м<sup>3</sup>/ч

Удельный расход условного топлива – 29,3 кг у.т./т

Коэффициент использования тепла – 67,3 %.

Для производства качественной конкурентоспособной продукции и высокой производительности необходимо произвести техническое перевооружение термического участка бандажного стана с установкой одной закалочной и одной отпускной печи.

Размеры рабочего пространства выбираем из расчета оптимального расположения бандажей на телеге и с учетом обеспечения максимально-эффективного теплообмена.

Корпус печи, дверцы, дверной портал и система отвода отработанных газов выполняем из прочной ребристой листовой стали [2].

Тележки являются устойчивой стальной конструкцией с соответствующей футеровкой и литыми подкладками. Печь выполнена как печь с проталкиваемыми тележками (рис. 2). Колеса лежат на специальных литых подкладках.

Печь разделена на 8 зон, которые обеспечивают оптимальное теплораспределение. Производительность печи 60 т/ч. Теплота сгорания природного газа – 35356,8 кДж/м<sup>3</sup>. Минимальный диаметр заготовки 957 мм, максимальный диаметр заготовки 3200 мм, количество печных телег в одной печи – 12 штук.

Нагрев происходит через установленные в боковые стенки импульсные горелки в количестве 65 шт. В качестве топлива использован природный газ.

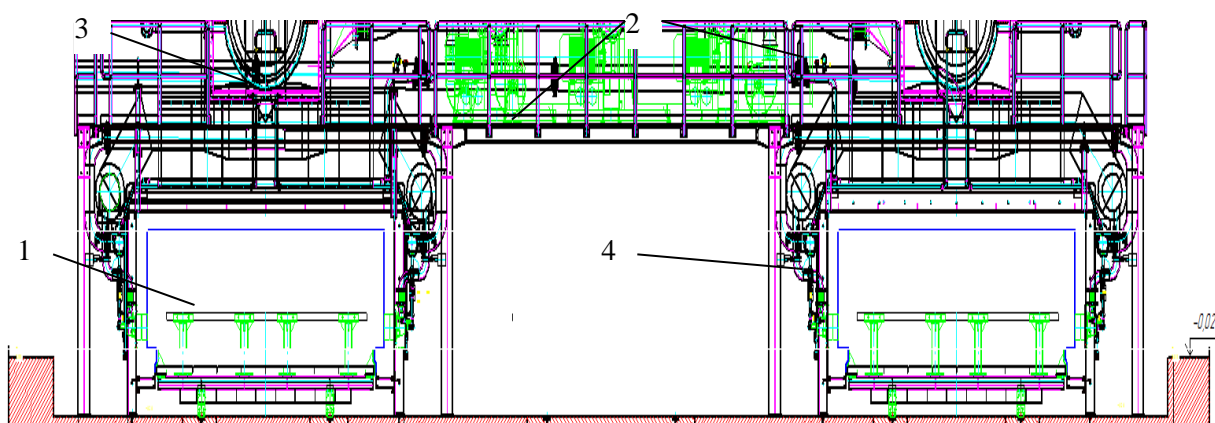


Рис. 2. Конструкция тоннельной печи: 1 – печная тележка; 2 – газозовдухопроводы; 3 – рекуператор; 4 – горелки печи

Печь оборудована современными горелками. Все горелки имеют автономное обеспечение природным газом и воздухом и оборудованы системой их автоматического запуска. Тепловая мощность боковых горелок составляет от 80 до 280 кВт. Горелки работают в режиме «вкл.- выкл.» с регулированием такта горения.

Выбрали в качестве футеровки стен, свода печи, заслонки огнеупорные материалы на основе алюмосиликатных волокон и на основе минеральной (каменной) шерсти с теплопроводностью от 0,2 до 0,32 Вт/м·К при 800 °С – 1000 °С. Алюмосиликатные маты изготавливаются из соответствующих волокон без применения связующего (метод сухого формования).

Тепловой баланс туннельной печи представлен в табл. 2 [3; 4].

Расход газа – 1332 м³/ч.

Таблица 2

Тепловой баланс туннельной печи

ПРИХОДНАЯ ЧАСТЬ				РАСХОДНАЯ ЧАСТЬ			
№ п/п	Наименование	Значение, кВт	%	№ п/п	Наименование	Значение, кВт	%
1	Горение топлива	13028,96	88,0	1	Тепло на нагрев металла	9344,67	63,3
2	Физическое тепло воздуха	1741,40	12,0	2	Тепло уходящих газов	3162,27	21,4
				3	Потери тепла теплопроводностью	1646,56	11,1
				4	Лучистые потери тепла через открытые окна	616,8	4,2
	Итого	14770,30	100			14770,30	100

Удельный расход условного топлива – 26,73 кг у.т./т.

Коэффициент использования тепла – 78,6 %.

Печная телега (вид сверху) представлена на рис. 3.

По расчетным данным были получены нагревательные туннельные печи (одна для нагрева под закалку, одна под отпуск), работающие на природном газе (вместо текущего коксодоменного газа) с производительностью 60 т/ч (вместо 8 печей с производительностью 7,0 т/ч) со следующими показателями работы:

- нагрев металла (к.п.д. печи) – 63,3 % (вместо 46 %);
- потери с уходящими газами – 21,4 % (вместо 32,7 %);
- потери тепла теплопроводностью – 11,1 % (вместо 16,3 %);
- лучистые потери тепла и прочее – 4,2 % (вместо 5 %).

Установка новых термических печей позволит производить равномерную термическую обработку заготовок колец до наружного диаметра 3200 мм (вместо 2500 мм), что приведет к увеличению сортамента и придаст конкурентоспособность на мировой рынке ОАО «ЕВРАЗ НТМК».

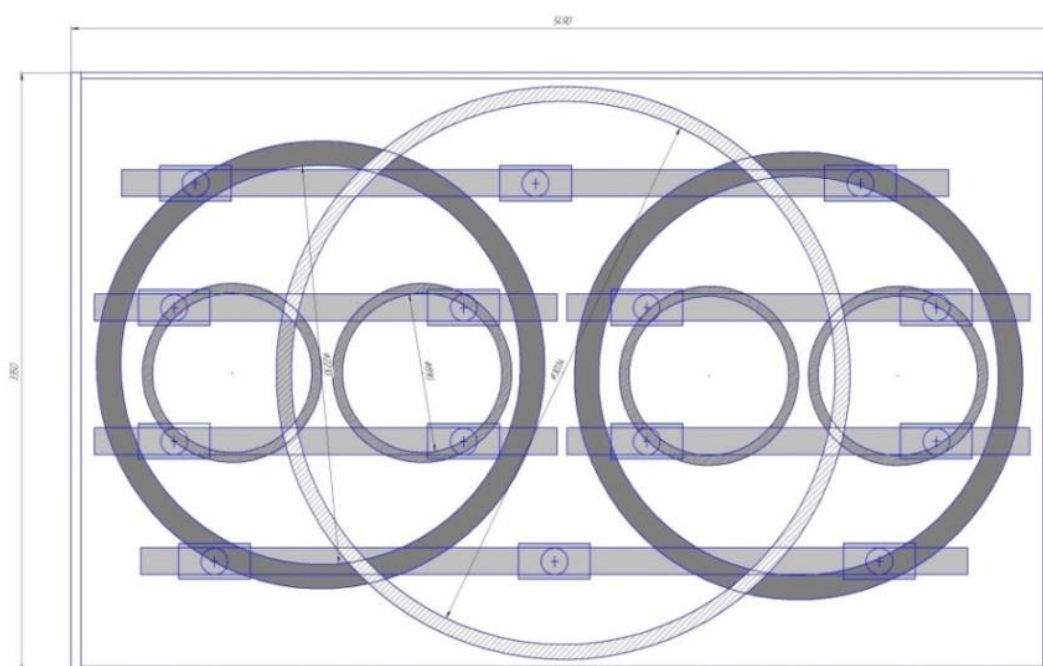


Рис. 3. Печная телега (вид сверху) с возможным расположением на ней бандажей или колец

#### Список использованных источников

1. Технический паспорт шахтной полумуфельной печи бандажного стана 1989 г.
2. Технический паспорт печи тоннельного типа Мерц колесопрокатного стана КБЦ.
3. Кривандин В. А., Арутюнов В. А., Мاستрюков Б. С. и др. Металлургическая теплотехника. В 2-х томах. Т.1. Теоретические основы: учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1986, – 424 с.
4. Казяев М. Д., Маркин В. П., Лошкарев Н. Б. Расчет тепловой работы методической печи: методическое пособие по выполнению курсового проекта. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2002. – 47 с.